



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**  
⑩ **DE 197 18 476 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 02 B 6/44**  
C 03 C 25/02

②① Aktenzeichen: 197 18 476.6  
②② Anmeldetag: 30. 4. 97  
④③ Offenlegungstag: 5. 11. 98

DE 197 18 476 A 1

⑦① Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:  
Nowusch, Helmut, Dipl.-Ing., 96450 Coburg, DE; Will,  
Horst K., 96465 Neustadt, DE; Dzyck, Wolfgang,  
Dipl.-Ing., 96484 Meeder, DE; Kundis, Dieter, 96486  
Lautertal, DE; Pfeuffer, Arnold, Dipl.-Ing. (FH), 97241  
Bergtheim, DE; Hutschgau, Klaus-Dieter, 96465  
Neustadt, DE

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 41 40 794 C1  
DE 37 10 206 A1  
DE 32 39 818 A1  
WO 86 03 329 A1

Derwent Abstract Ref. 84371C/48;

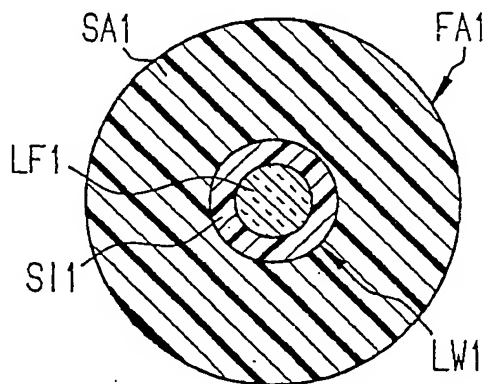
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Lichtwellenleiter mit mindestens zwei aus Kunststoffmaterialien bestehenden Beschichtungen

⑤⑦ Der Lichtwellenleiter (LW1) weist mindestens zwei aus Kunststoffmaterial bestehenden Beschichtungen auf, wobei die äußere Schicht (SA1) direkt auf der darunterliegenden Schicht (SI1) aufgebracht und feuerhemmend ausgebildet ist.

Die äußere Schicht (SA1) ist aus halogenfreiem Material aufgebaut weist einen Zusatzstoff auf, welcher eine Haftung zwischen der darunterliegenden Schicht (SI1) und der äußeren Schicht (SA1) verhindert und dadurch eine gute Absetzbarkeit der äußeren Schicht (SA1) von der inneren Schicht (SI1) gewährleistet.

"Trennender Zusatzstoff"



DE 197 18 476 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Lichtwellenleiter mit mindestens zwei aus Kunststoffmaterial bestehenden Beschichtungen, wobei die äußere Schicht zur Bildung einer Festader direkt auf der darunterliegenden Schicht aufgebracht und feuerhemmend ausgebildet ist.

Ein derartiger Lichtwellenleiter ist aus EP-B1 0 516 438 bekannt. Die äußere Schicht besteht aus einem Polyesterelastomer, welchem Ethylenbis-Tetrabromophthalimid als Flammenschutzmittel zugesetzt ist. Zusätzlich kann noch Antimon-Trioxid als Hilfszusatz verwendet werden. Die äußere Schicht und die innere Schicht haften fest aneinander, so daß das Absetzen der äußeren Schicht, z. B. für Spleiß- oder Steckverbindungen nicht oder nur sehr schwer möglich ist. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß die äußere Schicht wegen der Verwendung eines bromhaltigen Flammschutzmittels nicht halogenfrei ist und daher nicht als FRNC-Schicht ("Flame Retardent Non Corrosive") angesehen werden kann.

Es ist bekannt, zum besseren Absetzen äußerer Schutzschichten diese durch eine eigene Trennschicht, z. B. aus flüssigen oder pastösen Material von der darunter liegenden festen inneren Schicht zu trennen. Das Aufbringen einer derartigen zusätzlichen Trennschicht erfordert aber beim Herstellungsprozeß einen zusätzlichen Arbeitsvorgang und bringt zudem die Schwierigkeit mit sich, daß die dafür verwendeten Materialien meist ebenfalls nicht feuerhemmend sind und/oder im Brandfall korrosive Bestandteile bilden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Lichtwellenleiter zu schaffen, dessen äußere Schicht leicht absetzbar ist und der im Brandfall möglichst keine korrosiven Stoffe abgibt. Diese Aufgabe wird bei einem Lichtwellenleiter der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die äußere Schicht aus halogenfreiem Material aufgebaut ist und daß der äußeren Schicht ein Zusatzstoff beigefügt ist, welcher eine Haftung zwischen der darunterliegenden Schicht und der äußeren Schicht verhindert und dadurch eine gute Absetzbarkeit der äußeren Schicht von der inneren Schicht gewährleistet.

Da der Zusatzstoff der äußeren Schicht beigefügt ist, kann er zusammen mit dieser auf die innere Schicht aufgebracht werden und es ist somit zur Erreichung der guten Absetzbarkeit kein zusätzlicher Arbeitsgang bei der Herstellung des Lichtwellenleiters notwendig.

Die äußere Schicht enthält vorteilhaft zwischen 0,1 und 10 Gew.-% des Zusatzstoffes. Bei Verwendung von Paraffin als trennender Zusatzstoff werden vorteilhaft bei der äußeren Schicht hiervon zwischen 0,1 und 5 Gew.-% eingesetzt. Wird eine Silikonverbindung als Zusatzstoff eingesetzt, dann sollten zweckmäßig zwischen 0,5 und 10 Gew.-% verwendet werden.

Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen wiedergegeben.

Die Erfindung und ihre Weiterbildungen werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 im Querschnitt einen Lichtwellenleiter gemäß der Erfindung,

Fig. 2 ein optisches Kabel mit einem Lichtwellenleiter gemäß der Erfindung im Querschnitt und

Fig. 3 im Querschnitt ein Flachkabel mit Lichtwellenleiter gemäß der Erfindung.

In Fig. 1 ist die im allgemeinen aus Glas aufgebaute, ein Kern- und Mantelmaterial enthaltende Lichtleitfaser mit LF1 bezeichnet. Beim Herstellungsvorgang der Lichtleitfaser wird unmittelbar nach dem Ziehvorgang eine ein- oder mehrschichtige Kunststoff-Schutzschicht (Coating) aufgebracht, die mit SI1 bezeichnet ist. Das einschichtige

Coating (primary coating) besteht im allgemeinen aus einem UV-härtenden Acrylharz. Wird außen darauf eine zweite Coatingschicht (secondary coating) angebracht, so besteht diese meistens aus thermoplastischem Material, wie z. B. PTFE, (z. B. Handelsname "Teflon").

Der Außendurchmesser des so gebildeten Lichtwellenleiters LW1 liegt im allgemeinen etwa in der Größenordnung von 250 µm. In vielen Fällen werden die vom Faserhersteller bezogenen Lichtwellenleiter LW1 außen mit einer dicht und fest auf der inneren Schicht SI1 aufsitzenden äußeren Schicht SA1 versehen, die ebenfalls aus Kunststoffmaterial besteht, so daß eine sogenannte Festader FA1 entsteht. Die äußere Schicht SA1 wird bevorzugt durch einen Extrusionsvorgang aufgetragen. Auf diese Weise werden Außendurchmesser der Festader FA1 in der Größenordnung zwischen 700 und 1200 µm, bevorzugt um 900 µm erhalten. Der Außendurchmesser der so gebildeten Festader FA1 ist also wesentlich größer als der Außendurchmesser des Lichtwellenleiters LW1, d. h. die äußere Schicht SA1 bringt im allgemeinen weit mehr Material auf als der beschichtete Lichtwellenleiter LW1 insgesamt aufweist.

Wenn die äußere Schicht SA1 fest auf der inneren Schicht SI1 aufgebracht wird, z. B. mittels eines bei erhöhter Temperatur ablaufenden Extrusionsvorganges, dann ist es im allgemeinen so, daß eine gewisse Bindung zwischen der meist ebenfalls thermoplastischen Außenschicht SI1 des Lichtwellenleiters LW1 und der bevorzugt ebenfalls thermoplastischen Außenschicht SA1 eintritt. Dies hat zur Folge, daß die Absetzbarkeit, d. h. die Möglichkeit des Entfernens der äußeren Schicht SA1, z. B. im Bereich von Spleißstellen, bei Steckern usw., stark erschwert wird. Eine zu fest aufsitzende äußere Schicht SA1 erschwert die Konfektionierbarkeit der Festader FA1. Dies kann zu Dämpfungserhöhungen wegen zu großer mechanischer Beanspruchungen der Lichtwellenleiter LW1 führen oder die möglichen Absetzlängen müssen sehr kurz gehalten werden, weil sonst zu große mechanische Beanspruchungen der Lichtleitfaser LF1 beim Absetzvorgang auftreten würden. Fest aufsitzende Schutzhüllen SA1 können auch zu Mikrobiegungen führen, was sich in Dämpfungserhöhungen bei der Lichtleitfaser LF1 äußern kann.

Wenn die äußere Schicht SA1 aus feuerhemmendem und halogenfreiem Kunststoffmaterial besteht, dann ist die dargestellte Festader FA1 flammhemmend und nicht korrosiv (FRNC). Dies gilt insbesondere dann, wenn auch die Innenschicht SI1 kein Halogen enthält, weil dann die gesamte Festader FA1 aus im Brandfall nicht korrosiven Material besteht, d. h. halogenfrei aufgebaut ist. Sollten in der oder den Innenschichten SI1 dennoch Halogene vorhanden sein, so ist deren Einfluß relativ gering, weil die Materialmenge der Coatingbeschichtung SI1 gering ist im Vergleich zur Materialmenge, welche durch die äußere Schutzhülle SA1 aufgebracht wird (z. B. FRNC-PE).

Bei der erfindungsgemäß aufgebauten Festader FA1 sitzt die äußere Schutzhülle SA1 fest auf der inneren Schutzhülle SI1 auf, wobei ihr ein Zusatzstoff beigefügt ist, welcher so ausgewählt ist, daß er die Haftung zwischen der äußeren Schicht SA1 und der inneren Schicht SI1 möglichst weitgehend verhindert. Dies bedeutet, daß sich die äußere Schicht SA1 nicht fest mit der inneren Schicht SI1 verbindet, sondern beide Schichten mechanisch weitgehend unabhängig voneinander bleiben. Auf diese Weise ist eine einfache Absetzung bei ausreichend großen Absetzlängen, von bevorzugt von über 500 mm und bis zu 1000 mm in einem Absetzgang für die äußere Schutzhülle SA1 möglich. Derartige große Absetzlängen werden vor allem benötigt bei der Konfektionierung zu verkaufsfähigen Produkten oder beim Kunden bzw. auf Kundenanforderung.

Die äußere Schicht SA1 ist weiterhin nur aus halogenfreiem Material oder Materialien aufgebaut, so daß im Brandfall keine korrosiven Bestandteile gebildet werden. Auf diese Weise ist eine FRNC-Festader FA1 geschaffen, die zusätzlich besonders leicht installiert bzw. konfektioniert werden kann, die weitgehend frei von Mischbiegungen ist und auch beim Absetzvorgang keine ins Gewicht fallende Dämpfungserhöhungen zeigt und zwar auch nicht bei besonders niedrigen Temperaturen.

Durch die Anwendung von inkompatiblen Werkstoffen für die innere Coating-Schutzhülle SI1 einerseits und bei der äußeren Schutzhülle SA1 andererseits wird eine Oberflächenaktivität geschaffen, die einen Trenneffekt zwischen dem mit dem Coating versehenen Lichtwellenleiter LW1 und der Außenschicht SA1 bewirkt. Somit wird also bereits bei der Aufbringung, insbesondere bei der Extrusion, der äußeren Schutzhülle SA1 diese "Entkopplung" zwischen der Innenschicht SI1 und der Außenschicht SA1 durch einen oder mehrere entsprechende Zusatzstoffe in der äußeren Schicht SA1 hergestellt. Die so gezielt hervorgerufene Unverträglichkeit der Werkstoffe für die Innenschicht SI1 und die Außenschicht SA1 führt zu einer indispersen Verteilung, d. h. die einzelnen Komponenten vermischen sich nicht homogen, sondern bilden eine separierte Mischung vergleichbar einer Emulsion (wie z. B. Wassertropfen in Öl). Sie haben bevorzugt eine lineare Ausrichtung im Compound und bei der Extrusion richten sich die nebeneinanderliegenden Komponenten der separierten Mischung in Extrusionsrichtung aus, so daß keine Oberflächenhaftung zwischen den beiden Schichten SI1 und SA1 vorliegt. Weiterhin kommt es im allgemeinen im Lauf der Zeit zu einer Migration einer der Komponenten an die Oberfläche. Die hierfür benötigte Zeit ist in erster Linie abhängig der Mischungszusammensetzung, d. h. je höher der die Separierung bewirkende Anteil gemacht wird, desto schneller verläuft diese Migration. Außerdem ist durch Verdrängungseffekte, insbesondere bei Elastomeren und/oder Wachsen, ebenfalls eine trennende Oberflächenaktivität erreichbar. Das Eigenschaftsbild der Oberfläche wird von dem verdrängten oder migrierten Werkstoffanteil bestimmt.

Geeignete Werkstoffe, welche den gewünschten Trenneffekt ergeben, können als Zusätze den Mischungen des eigentlichen FRNC-Compounds für die äußere Schutzschicht SA1 beidosiert bzw. beicompoundiert werden und zwar abhängig von der jeweiligen Rezeptur des Compounds. Die chemisch-physikalischen Eigenschaften sowie auch die Charakteristik des Lichtwellenleiters LW1 (insbesondere dessen Dämpfung und Temperaturgang) werden dadurch nicht negativ beeinflusst.

Für das FRNC-Compound der äußeren Schutzhülle SA1 werden bevorzugt folgende Kunststoffmaterialien verwendet: EPM (Ethylen - Propylen- Copolymer) und/oder EVA (Ethylen - Vinylacetat) und/oder PMMA (Polymethylmethacrylat)/BA (Butylacrylat) und/oder PE (Polyethylen), insbesondere HDPE. HDPE oder PE wird zweckmäßig nur in äußerst geringen Mengen eingesetzt.

In die Mischung der Materialien für die äußere Schicht SA1 wird mindestens ein flammverzögerndes Mittel, wie z. B. Magnesiumhydroxid und/oder Aluminiumhydroxid eingemischt und war in Mengen, die abhängig von dem geforderten Maß an Flammwidrigkeit (VDE, IEC etc.) zu wählen sind.

Der gewünschte Trenneffekt zwischen der inneren Schicht SI1 und SA1 wird insbesondere durch Zusätze in Form von Silikon oder Silikonverbindungen, insbesondere Polysiloxan, und/oder Paraffin erreicht. Nachfolgend werden bevorzugte Mischungen für die Herstellung der Außenschicht SA1 angegeben, wobei die Restmenge auf

100 Gew.-% jeweils durch ein oder mehrere flammverzögernde oder flammhemmende Mittel (z. B. Aluminiumhydroxid) gebildet wird:

- A: EPM (1 Gew.-% bis 10 Gew.-%)
- 5 B: Polysiloxan (0,5 Gew.-% bis 10 Gew.-%)
- B: EPM (1 Gew.-% bis 20 Gew.-%)
- HDPE (5 Gew.-% bis 10 Gew.-%)
- Polysiloxan (1 Gew.-% bis 10 Gew.-%)
- C: EVA (10 Gew.-% bis 40 Gew.-%)
- 10 D: Polysiloxan (1 Gew.-% bis 10 Gew.-%)
- D: EVA (10 Gew.-% bis 40 Gew.-%)
- Paraffin (0,1 Gew.-% bis 5 Gew.-%)
- E: EVA (10 Gew.-% bis 30 Gew.-%)
- EPM (5 Gew.-% bis 10 Gew.-%)
- 15 F: Paraffin (0,1 Gew.-% bis 5 Gew.-%)
- F: EVA (10 Gew.-% bis 40 Gew.-%)
- HDPE (5 Gew.-% bis 10 Gew.-%)
- EPM (5 Gew.-% bis 10 Gew.-%)
- Paraffin (0,1 Gew.-% bis 5 Gew.-%)
- 20 G: Polysiloxan (0,5 Gew.-% bis 10 Gew.-%)
- G: EVA (10 Gew.-% bis 40 Gew.-%)
- HDPE (5 Gew.-% bis 10 Gew.-%)
- PMMA (1 Gew.-% bis 20 Gew.-%)
- Polysiloxan (1 Gew.-% bis 10 Gew.-%)
- 25 H: EVA (10 Gew.-% bis 40 Gew.-%)
- HDPE (5 Gew.-% bis 10 Gew.-%)
- BA (1 Gew.-% bis 10 Gew.-%)
- Polysiloxan (1 Gew.-% bis 10 Gew.-%).

Die Hauptbestandteile, als EPM, EVA, PMMA und BA usw. werden bevorzugt als Copolymere eingegeben, wobei verschiedene von ihnen auch gemischt zur Bildung des Compounds für die äußere Schicht SA1 eingesetzt werden können.

Allgemein enthält das FRNC-Compound für die äußere Schicht SA1 zweckmäßig:

- a) mindestens eine Komponente mit Elastomercharakter (z. B. EPM, EVA, PMMA oder BA),
- b) mindestens eine Trennmittel - z. B. Komponente mit Wachs(= Paraffin) oder Silikoncharakter (= z. B. Polysiloxan), einen Fettsäureester wie Kalziumstearat, Zinkstearat, Stearinsäure u. a.,
- c) eine flammhemmende Ausrüstung, d. h. mindestens ein flammverzögerndes Mittel
- d) ggf. mindestens eine Komponente mit thermoplastischem Charakter (HDPE)

Die vorstehend genannten Kombinationsmöglichkeiten sind für sich bereits flammhemmend (FR) und wegen ihrer völligen bzw. weitestgehenden Halogenfreiheit (zero halogen) als hervorragende FRNC-Mischungen einsetzbar, die allen internationalen Korrosivitätsprüfungen genügen und auch die nötige Flammhemmung aufweisen.

Die Flammwidrigkeit wird geprüft nach DIN VDE 0472, Teil 804 bzw. international nach IEC 332. Nach DIN VDE 0472, Teil 804 wird eine 0,6 m lange Kabelprobe senkrecht an einer Wand befestigt und im unteren Drittel mit einer Gasflamme als Zündquelle 60 s lang erhitzt. (Prüfart B) Bei der Prüfart C wird ein Kabelbündel geprüft, in dem mehrere Kabelproben dicht nebeneinander auf einer 3,6 m langen senkrecht angebrachten Leiter für 20 min einem Langbrenner als Zündquelle hoher Energie ausgesetzt werden. Das Kabel gilt als flammwidrig, wenn während der Einwirkung bzw. nach dem Entfernen der Zündquelle die Flammen von selbst erlöschen bevor jeweils das obere Kabelende erreicht wurde.

Kabel mit Ummantelungen aus PVC sind zwar flamm-

widrig, aber nicht NC während z. B. Kabel mit Ummantelungen aus Polyethylen leicht entflammbar sind und deswegen nicht FR, aber durchaus NC sind.

Die Korrosivität wird nach DIN VDE 0472, Teil 813 geprüft, wobei die Korrosionswirkung indirekt durch Messung der elektrischen Leitfähigkeit und des pH-Wertes der Brandgase bestimmt wird. Liegt der gewichtete pH-Wert unter 4 und ist die gewichtete elektrische Leitfähigkeit kleiner als 100 mS-m so gelten die Kabel als nicht korrosiv. In besonderen Fällen kann es vorkommen, daß halogenfreie Materialien diese Grenzwerte überschreiten, dann muß mit einer Schiedsmethode (DIN VDE 0472, Teil 815) der Halogengehalt des verwendeten Materials direkt gemessen werden, wobei 0,2% Chloräquivalent oder 0,1% Fluor als obere Grenzwerte angegeben sind. Bei Einhalten dieser Bedingungen werden die Materialien jeweils als NC oder auch als OH ("zero halogen") bezeichnet.

Fig. 2 zeigt eine Festader FA2 analog Fig. 1, auf der zusätzlich eine, vorzugsweise dielektrische, Lage SE2 aus zugfesten Elementen (z. B. Aramidgarn) aufgebracht ist, so daß zusammen mit einem, vorzugsweise ebenfalls FRNC-aufgebauten, Außenmantel AM2 ein optisches Kabel OC2 entsteht.

Fig. 3 zeigt ein Kabel OC3, das aus zwei Kabeln OC21 und OC22 nach Fig. 2 zusammengesetzt ist und außen einen gemeinsamen Schutzmantel CAM (vorteilhaft ebenfalls FRNC) aufweist. Die Erfindung kann auch bei allen anderen geläufigen Kabelkonstruktionen, z. B. auch mit höheren Aderzahlen eingesetzt werden. Es ist auch möglich, Kabel allein dadurch aufzubauen, daß mehrere Festadern analog FA1 in Fig. 1 in einem gemeinsamen FRNC-Außenmantel angeordnet werden.

#### Patentansprüche

1. Lichtwellenleiter (LW1) mit mindestens zwei aus Kunststoffmaterial bestehenden Beschichtungen, wobei die äußere Schicht (SA1) zur Bildung einer Festader (FA1) direkt auf der darunterliegenden Schicht (SI1) aufgebracht und feuerhemmend ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die äußere Schicht (SA1) aus halogenfreiem Material aufgebaut ist und daß der äußeren Schicht (SA1) ein Zusatzstoff beigelegt ist, welcher eine Haftung zwischen der darunterliegenden Schicht (SI1) und der äußeren Schicht (SA1) verhindert und dadurch eine gute Absetzbarkeit der äußeren Schicht (SA1) von der inneren Schicht (SI1) gewährleistet.
2. Lichtwellenleiter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der äußeren Schicht (SA1) als Zusatzstoff ein Silikon, insbesondere ein Siloxan oder Polysiloxan zugefügt ist.
3. Lichtwellenleiter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der äußeren Schicht (SA1) ein Zusatzstoff aus Paraffin zugegeben ist.
4. Lichtwellenleiter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der äußeren Schicht (SA1) ein Zusatzstoff aus einem Fettsäureester zugegeben ist.
5. Lichtwellenleiter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Schicht (SA1) EPM enthält.
6. Lichtwellenleiter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Schicht (SA1) EVA enthält.
7. Lichtwellenleiter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere

Schicht (SA1) PE, insbesondere HDPE, enthält.

8. Lichtwellenleiter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Schicht PMMA und/oder BA enthält.

9. Lichtwellenleiter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Schicht (SA1) zwischen 0,1 und 10 Gew.-% des Zusatzstoffes enthält.

10. Lichtwellenleiter nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Schicht (SA1) zwischen 0,1 und 5 Gew.-% Paraffin als Zusatzstoff enthält.

11. Lichtwellenleiter nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Schicht (SA1) zwischen 0,5 und 10 Gew.-% einer Silikonverbindung als Zusatzstoff enthält.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

